

JAPANESE

[JP,2002-323775,A]

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE INVENTION
TECHNICAL PROBLEM MEANS DESCRIPTION OF DRAWINGS DRAWINGS

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK

* NOTICES *

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The pattern formation approach characterized by performing slimming of the width of face of said resist pattern while the etch rate had maintained said undercut configuration, after the etch rate developed negatives relatively after exposing the two-layer resist layer which turns into a big lower layer resist layer from the small upper resist layer relatively to a developer, and it formed the resist pattern of an undercut configuration.

[Claim 2] The pattern formation approach characterized by removing many lower layer resist layers relatively, and considering as the resist pattern of an undercut configuration in case an etch rate performs slimming of the width of face of said resist pattern after an etch rate develops negatives relatively after exposing the two-layer resist layer which turns into a small lower layer resist layer from the big upper resist layer relatively to a developer, and it forms a resist pattern.

[Claim 3] The pattern formation approach indicated by claims 1 or 2 characterized by using an organic polymer as the above-mentioned lower layer resist layer, using either a phenol resin system resist or Si content resist as the above-mentioned upper resist layer.

[Claim 4] The pattern formation approach characterized by performing slimming of the width of face of said resist pattern, maintaining said undercut configuration after forming the resist pattern of the monolayer of an undercut configuration.

[Claim 5] The pattern formation approach given in claim 1 characterized by the above-mentioned slimming process being either oxygen system plasma treatment, the ozonization using UV irradiation or ozonization using ozone water thru/or any 1 term of 4.

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (5)

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the pattern formation approach which has the description in the resist pattern structure for making into more detailed width of face than an optical resolution dimension the width of recording track of the giant magneto-resistance film (GMR film) used for the reproducing head (read head) of magnetic recording media, such as a hard disk drive (HDD), about the pattern formation approach, and the formation approach of a resist pattern.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, in connection with the rise of the request of the densification and improvement in the speed to the hard disk drive unit which is the external storage of a computer, the magnetometric sensor which senses the magnetic field itself as the magnetic head for playback has become in use, and although the thing using the magnetic-reluctance (MR) effectiveness was conventionally adopted as such a magnetometric sensor, in current, the thing using the huge magnetic-reluctance (GMR) effectiveness is adopted.

[0003] The playback principle in this MR head or GMR head uses the phenomenon in which the electric resistance of the magnetic thin film which constitutes a magneto-resistive effect component changes with the fields from a record medium, when a fixed sense current is passed from a lead electrode.

[0004] The recording density of the hard disk drive by which the magnetic field to generate is small and current marketing is carried out while a record area of 1 bit decreases with the formation of high density record of a hard disk drive in recent years is 10 Gbit/in². Although it is order (**1.55 Gbit/cm²), the rise of recording density is large at twice [about] as many annual rate [as this] speed. Therefore, while corresponding to the still minuter magnetic field range, it can be necessary to sense change of a small external magnetic field.

[0005] As mentioned above, since the magnetometric sensor using a spin bulb component is widely used as a magnetometric sensor using giant magneto-resistance now, the magnetometric sensor for playback using such a spin bulb component is explained with reference to drawing 7. In addition, drawing 7 (a) is the rough sectional view of the conventional magnetometric sensor for playback, and drawing 7 (b) is a rough enlarged drawing in the circle shown with the broken line in drawing 7 (a).

[0006] the lower magnetic-shielding layer 43 and aluminum 2O3 which consist of a NiFe alloy etc. through the substrate layers 42, such as aluminum₂ O₃ film, on drawing 7 (a) and the (b) aluminum₂ O₃-TiC substrate 41 which serves as a parent of a slider first 3 ** etc. -- the lower lead gap layer 44 is formed and the spin bulb film 45 is made to deposit on this lower lead gap layer 44 In addition, the spin bulb film 45 in this case consists of the NiFe free layer 47 prepared through Ta substrate layer 46, the CoFe free layer 48, the Cu interlayer 49, a CoFe pinned layer 50, and a PdPtMn antiferromagnetism layer 51, and Ta cap layer 52 is formed on it.

[0007] Subsequently, by forming the resist pattern (illustration being omitted) of a predetermined configuration, and giving ion milling by using this resist pattern as a mask by exposing and developing negatives, according to the usual two-layer resist process, after applying a resist, as shown in drawing, patterning of the spin bulb film is carried out to predetermined width of face. In addition, in this two-layer resist process, while constituting the upper layer from a photoresist which has photosensitivity, in order to form the undercut section as a lower layer, not using a resist layer with the bigger etching rate to the upper developer, photosensitivity is not required from a lower layer resist layer.

[0008] Subsequently, after making hard magnetism film, such as CoCrPt, deposit on the both ends of the spin bulb film by the sputtering method, the hard bias film 53 is formed by removing the unnecessary section of the

THIS PAGE BLANK

hard magnetism film by the lift-off method for removing the resist pattern used for patterning of the spin bulb film.

[0009] after [subsequently,] making the electric conduction film which consists of Cr/Au etc. deposit and forming the lead electrode 54 of a pair -- again -- aluminum 2O3 etc. -- by forming the up magnetic-shielding layer 56 which consists of a NiFe alloy etc. through the up lead gap layer 55, the basic configuration of the magnetometric sensor for playback using a spin bulb component is completed.

[0010] In such a spin bulb giant magneto-resistance component According to the CoFe pinned layer 50 where the magnetization direction was fixed by the PdPtMn antiferromagnetism layer 51, and an external magnetic field, according to the angle with the magnetization direction of the CoFe free layer 48 which the magnetization direction rotates freely, and the NiFe free-lancer Cu47 to make Since dispersion depending on the spin of conduction electron changes and an electric resistance value changes, the signal magnetic field from the situation, i.e., the magnetic-recording medium, of an external magnetic field is acquired by passing the sense current of constant current and detecting this electric resistance value change as an electrical-potential-difference value change.

[0011] In such a spin bulb magnetic-reluctance sensor, to the request of the further detailed-izing, short-wavelength-izing of exposure wavelength, a raise in NA of a lens, and a resist property are supported by improvement etc., for example, the exposure light of the ultraviolet-rays field of short wavelength is used from those, such as 172 etc.nm, in the two-layer resist process using ArF excimer laser etc.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the development of the resist suitable for the short wavelength exposure light source and the short wavelength after ArF excimer laser light of technique of such detailed-izing of a resist pattern will increase difficulty, and the same detailed-ization as the former will not progress.

[0013] Therefore, this invention aims at forming a more detailed resist pattern than an optical resolving dimension using an old resist ingredient and an old exposure means.

[0014]

[Means for Solving the Problem] Drawing 1 is the explanatory view of the theoretic configuration of this invention, and explains The means for solving a technical problem in this invention with reference to this drawing 1 . in addition, drawing -- setting -- a sign 6 -- aluminum 2O3 etc. -- it is a substrate layer.

In order to attain drawing 1 (a) thru/or the (c) referring-to-above-mentioned purpose, an etch rate is characterized by performing slimming of the width of face of a resist pattern 1, after this invention exposes relatively the two-layer resist layer which turns into the big lower layer resist layer 2 from the small upper resist layer 3 relatively to a developer in the pattern formation approach and an etch rate forms the resist pattern 1 of an undercut configuration.

[0015] Or in case an etch rate performs slimming of the width of face of said resist pattern 1 after an etch rate develops negatives relatively after exposing the two-layer resist layer which turns into the small lower layer resist layer 2 from the big upper resist layer 3 relatively to a developer, and it forms a resist pattern 1, many lower layer resist layers 2 are removed relatively, and it is good also as a resist pattern 1 of an undercut configuration.

[0016] Or slimming of the width of face of said resist pattern 1 may be performed, maintaining said undercut configuration, after forming the resist pattern 1 of the monolayer of an undercut configuration.

[0017] Thus, after patterning of a resist pattern 1, without using a special resist or the exposure approach by performing slimming of the width of face of a resist pattern 1, width of face of a resist pattern 1 can be made more detailed than an optical resolving dimension, by it, the film 5 for [processed] can be processed by the ion milling using Ar ion 8 grade more than an optical resolving dimension, and the detailed etching pattern 9 can be obtained.

[0018] In addition, when using a resist layer as a two-layer structure resist layer, it is desirable to use an organic polymer as a lower layer resist layer 2, using either a phenol resin system resist or Si content resist as an upper resist layer 3.

[0019] As combination of the upper resist layer 3 and the lower layer resist layer 2, in the case of phenol resin system resists, such as a novolak resist, either of acid-resisting mold color content polyimide system resin, such as polyimide system resin, such as big PMGI (LOL-1000) of an etching rate [as opposed to / layer / 3 / upper resist / a developer in especially the lower layer resist layer 2], or ARC, is desirable, and the undercut section 4

THIS PAGE BLANK (US)

can be formed in a development process.

[0020] Moreover, in the case of big Si content resist of resistance [as opposed to the oxygen plasma 7 in the upper resist layer 3], the acid-resisting mold color content polyimide system resin with the large and resistance over developers, such as BARC, and the small resistance over the oxygen plasma 7 of the lower layer resist layer 2, for example, BARC, is desirable, and the undercut section 4 can be formed in a slimming process.

[0021] Moreover, as a slimming process, either oxygen system plasma treatment, the ozonization using UV irradiation or the ozonization using ozone water is desirable. In addition, when performing UV irradiation, it is more desirable than those, such as ArF excimer laser light with a wavelength of 172nm, to use the ultraviolet rays by the side of short wavelength.

[0022] It becomes possible to manufacture the magnetic head for playback which uses the above-mentioned pattern formation approach as a pattern for lift off at the time of forming the time of carrying out patterning of the magneto-resistive effect film, such as spin bulb film, and the magnetic-domain control film (hard bias film), and has the more detailed width of recording track by things.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Here, with reference to drawing 2 thru/or drawing 4 , the production process of the magnetometric sensor for playback of the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained.

Drawing 2 (a) on the aluminum₂O₃-TiC substrate used as the parent of a slider as usual first 3 ** aluminum 2O₃ aluminum 2O₃ after preparing the lower magnetic-shielding layer (all omit illustration) which consists of a NiFe alloy through the film The lower lead gap layer 11 which consists of film is formed. Subsequently The spin bulb film 12 is formed on the lower lead gap layer 11 using the sputtering method.

[0024] Drawing 2 (b) reference drawing 2 (b) is an enlarged drawing in the circle shown with the broken line in drawing 2 (a). The spin bulb film 12 in this case 5nm Ta substrate layer 13 and thickness for example, the 2nm NiFe free layer 14 and thickness [thickness] The 2nm CoFe free layer 15 and thickness for example, for example, the 2.4nm Cu interlayer 16 and thickness For example, it is constituted, when the 2nm CoFe pinned layer 17 and thickness carry out the 13nm PdPtMn antiferromagnetism layer 18 and thickness carries out sequential membrane formation of the 6nm Ta cap layer 19. In addition, the presentation ratio of the NiFe free layer 14 in this case is nickel₈₁Fe₁₉, and the presentation of the CoFe free layer 15 and the CoFe pinned layer 17 is Co₉₀Fe₁₀, and the presentation ratio of the PdPtMn antiferromagnetism layer 18 is Pd₃₁Pt₁₇Mn₅₂ further.

[0025] Drawing 2 (c) 3 **, subsequently to the spin bulb film 12 top, thickness applies the 0.1-micrometer PMGI layer 20, thickness applies the 0.5-micrometer novolak resist layer 21, and a two-layer resist is constituted. In addition, since the PMGI layer 20 used as the lower layer resist layer in this case does not have photosensitivity, it is not a photoresist.

[0026] Drawing 3 (d) After exposing by irradiating ultraviolet rays with a wavelength of 172nm subsequently using ArF excimer laser 3 **, width of face forms the 0.28-micrometer resist pattern 22 and the PMGI layer pattern 23 by developing negatives using the developer which consists of 2.38% of tetramethylammonium hydroxide water. In this case, since the etching rate [as opposed to a developer in the PMGI layer 20] is large, the undercut section is formed in an interface with a resist pattern 22 as usual.

[0027] Drawing 3 (e) 3 **, subsequently, an parallel monotonous mold plasma etching system is used, and it is O₂. The oxygen plasma 24 which impressed the high-frequency power of 25W (/176cm²), and was generated where gas is made into the pressure of 8sccm sink 200Torr performs slimming of a resist pattern 22 and the PMGI layer pattern 23.

[0028]

[Table 1]

表 1

プラズマ処理時間	0分	1分	2分	3分
レジスト幅 (μm)	0. 2 7 8	0. 2 5 1	0. 2 1 7	0. 1 8 1

If slimming during 1 minute is performed on condition that the above as shown in Table 1, 0.278-micrometer resist width of face will become as slim about 10% as 0.251 micrometers, and it is set to 0.181 micrometers by slimming for 0.217 micrometers and 3 minutes by slimming for 2 minutes, and the undercut configuration was also maintained mostly.

[0029] Drawing 3 (f) 3 **, subsequently, by slimming, it etches until the lower lead gap layer 11 exposes the

THIS PAGE BLANK

spin bulb film 12 by giving ion milling using the Ar ion 25 by using as a mask the resist pattern 22 set to 0.22 micrometers, and width of face forms the spin bulb component pattern 26 which has predetermined width of face.

[0030] Thickness deposits the 80nm CoCrPt film 27 by the sputtering method, using the drawing 4 (g) reference length then a resist pattern 22, and the PMGI layer pattern 23 as a pattern for lift off as it is.

[0031] Drawing 4 (h) Subsequently to a resist pattern 22 top, the hard bias film 28 joined to the both-sides side of the spin bulb component pattern 26 is formed 3 ** by removing the CoCrPt film 27 deposited with the resist pattern 22 and the PMGI layer pattern 23.

[0032] Drawing 4 (i) Subsequently vacuum deposition is used 3 **. 3nm Cr adhesion layer and thickness for example, [thickness] The lead electrode 29 which consists of Cr/Au film of a pair by giving ion milling which used a new resist pattern as the mask again after making 30nm Au electrode layer deposit is formed. Subsequently aluminum 2O3 etc. -- the basic configuration of the magnetometric sensor for playback is completed by preparing the up magnetic-shielding layer (all omitting illustration) which consists of a NiFe alloy etc. through an up lead gap layer.

[0033] The gestalt of operation of the 1st of this this invention can make the width method of a resist pattern the detailed dimension beyond an optical resolving dimension, using a conventional resist ingredient and the conventional exposure approach, since the slimming process using the oxygen plasma was performed, after forming a resist pattern by exposure and development, and detailed-ization of the magnetometric sensor for playback is attained by it.

[0034] Moreover, in the gestalt of this 1st operation, since PMGI is used as a lower layer resist layer, while being able to form the undercut section at a development process, also in a slimming process, an undercut configuration can be maintained mostly, and it can perform lift off certainly.

[0035] Next, although the production process of the magnetometric sensor for playback of the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained with reference to drawing 5 , since it is completely the same as that of the gestalt of the 1st operation of the above except a two-layer resist process, explanation is simplified.

Drawing 5 (a) on the aluminum2O3-TiC substrate used as the parent of a slider completely like the gestalt of the 1st operation of the above first 3 ** aluminum 2O3 aluminum 2O3 after preparing the lower magnetic-shielding layer (all omit illustration) which consists of a NiFe alloy etc. through the film etc. -- the lower lead gap layer 11 is formed and, subsequently the spin bulb film 12 is deposited using the sputtering method.

[0036] Subsequently, after thickness's applying the 0.1-micrometer BARC layer 31, and thickness's applying 0.5-micrometer Si content resist layer and forming a two-layer resist layer on the spin bulb film, the same exposure and development as the gestalt of the 1st operation of the above are performed. In this case, since the resistance over the developer with which the BARC layer 31 consists of tetramethylammonium hydroxide water is large, it is hardly etched, only Si content resist is developed, and 0.28-micrometer Si content resist pattern 32 is formed for width of face. In addition, the developer resistance in ARC which turns into BARC from the polyimide system resin containing the color for acid resisting is raised.

[0037] Drawing 5 (b) The width of face of Si content resist pattern 32 is slimmed to 0.22 micrometers by subsequently performing slimming processing using the oxygen plasma 24 on the same conditions as the gestalt of the 1st operation of the above 3 **.

[0038] In this case, to a thing with the large oxygen plasma resistance of Si content resist pattern 32, since the oxygen plasma resistance of the BARC layer 31 is small, while Si content resist pattern 32 slims, the BARC layer pattern 33 which the outcrop of the BARC layer 31 is etched and has an undercut configuration is formed.

[0039] By giving ion milling using the Ar ion 25 by using Si content resist pattern 32 as a mask like the gestalt of the 1st operation of the above, the outcrop of the spin bulb film 12 is removed after the drawing 5 (c) reference, and it forms the spin bulb film pattern 26.

[0040] Although illustration is omitted, after forming the hard bias film henceforth using the lift-off method, the basic structure of the magnetometric sensor for playback of the gestalt of operation of the 2nd of this invention is completed by carrying out sequential formation of the lead electrode of a pair, an up lead gap layer, and the up magnetic-shielding layer.

[0041] Also in the gestalt of this 2nd operation, the width method of a resist pattern can be made into the detailed dimension beyond an optical resolving dimension like the gestalt of the 1st operation only by the formation processes of the undercut section differing, with a conventional resist ingredient and the conventional

THIS PAGE BLANK (9)

exposure approach used, and detailed-ization of the magnetometric sensor for playback is attained by it.

[0042] Next, although the production process of the magnetometric sensor for playback of the gestalt of operation of the 3rd of this invention is explained with reference to drawing 6, since it is completely the same as that of the gestalt of the 1st operation of the above except a resist process, explanation is simplified. Drawing 6 (a) on the aluminum₂O₃-TiC substrate used as the parent of a slider completely like the gestalt of the 1st operation of the above first 3 **, aluminum 2O3 aluminum 2O3 after preparing the lower magnetic-shielding layer (all omit illustration) which consists of a NiFe alloy etc. through the film etc. -- the lower lead gap layer 11 is formed and, subsequently the spin bulb film 12 is deposited using the sputtering method.

[0043] Subsequently, the top width of face which performed the exposure and the development as the gestalt of the 1st operation of the above with it forms the 0.28-micrometer resist pattern 35 on the spin bulb film. [same after thickness applies the 0.5-micrometer resist SIPR9706 (trade name made from the Shin-etsu chemistry)] In this case, since a resist SIPR9706 (trade name made from the Shin-etsu chemistry) has the property which becomes back taper-like by development, the back taper-like resist pattern 35 is obtained.

[0044] Drawing 6 (b) The width of face of a resist pattern 35 is slimmed to 0.22 micrometers by subsequently performing slimming processing using the oxygen plasma 24 on the same conditions as the gestalt of the 1st operation of the above 3 **, with a back taper configuration maintained.

[0045] By giving ion milling using the Ar ion 25 by using a resist pattern 35 as a mask like the gestalt of the 1st operation of the above, the outcrop of the spin bulb film 12 is removed after the drawing 6 (c) reference, and it forms the spin bulb film pattern 26.

[0046] Although illustration is omitted, after forming the hard bias film henceforth using the lift-off method, the basic structure of the magnetometric sensor for playback of the gestalt of operation of the 3rd of this invention is completed by carrying out sequential formation of the lead electrode of a pair, an up lead gap layer, and the up magnetic-shielding layer.

[0047] In the gestalt of this 3rd operation, since the undercut section be further form by the resist of structure, while a resist process be simplify, like the gestalt of the 1st operation, the width method of a resist pattern can be make into the detailed dimension beyond an optical resolving dimension, with a conventional resist ingredient and the conventional exposure approach use, and detailed-ization of the magnetometric sensor for playback be attain by it.

[0048] As mentioned above, although the gestalt of each operation of this invention has been explained, this invention is not restricted to the configuration indicated in the gestalt of each operation, and various kinds of modification is possible for it. For example, in explanation of the gestalt of each above-mentioned operation, although slimming processing is performed using the oxygen plasma, it may not be restricted to oxygen plasma treatment, and ozonization is sufficient.

[0049] For example, you may slim by exposing a resist pattern to the ozone which used for example, Xe excimer light, irradiated 172nm ultraviolet rays, made the oxygen gas introduced in the reaction chamber generate ozone, and it was made to generate.

[0050] Or the generated ozone may be dissolved in ultrapure water, ozone water may be produced, and you may slim by wet processing immersed in this ozone underwater in a resist pattern.

[0051] Moreover, in the gestalt of the 1st operation of the above, as a lower layer resist layer, although PMGI is used, it is not restricted to PMGI and ARC which consists of polyimide system resin which other organic polymers are sufficient as, for example, contained the color for acid resisting may be used.

[0052] Moreover, in the gestalt of the 1st operation of the above, although the novolak resist which is a phenol resin system resist is used as an upper resist layer, not to be restricted to a novolak resist, to use other phenol resin system resists, and what is necessary is just a positive resist with high sensibility to ultraviolet rays anyway.

[0053] Moreover, in the gestalt of each above-mentioned operation, although the magneto-resistive effect component is used as the single spin bulb component of the mold which has an antiferromagnetism layer in the bottom, the single spin bulb component or dual spin bulb component of the mold which has an antiferromagnetism layer in the bottom may be used, and the further usual MR component may be used.

[0054] Moreover, in the gestalt of each above-mentioned operation, although the lead electrode is considering as the magnetometric sensor of the exaggerated RAID structure of contacting Ta cap layer, the electric conduction film for lead electrodes is made to deposit on deposition of the hard magnetism film for hard bias film succeedingly, and the hard bias film and a lead electrode may be formed in it in self align by lift off.

THIS PAGE BLANK

[0055] Moreover, it is needless to say that it may not pass over the quality of the material of the magnetic layer indicated in the gestalt of each above-mentioned operation, an antiferromagnetism layer, and a conductive layer to a mere example, but you may use combining various kinds of well-known magnetic materials, an antiferromagnetism ingredient, and an electrical conducting material.

[0056] Moreover, in explanation of the gestalt of each operation of this invention, although explained as an independent magnetometric sensor for the reproducing heads, this invention is that it cannot be overemphasized that it is what is applied also as a magnetometric sensor for the reproducing heads which constitutes the compound-die thin film magnetic head which it is not restricted to an independent magnetometric sensor and carried out the laminating to the thin film magnetic head of an induction type, either.

[0057] Furthermore, although this invention is explained as the pattern formation approach used for the production process of the magnetometric sensor for playback, it is not restricted to the production process of the magnetometric sensor for playback, and while performing a photolithography process using ultraviolet rays, it is applied to the formation process of the detailed pattern which performs lift off, and it becomes possible to form a detailed pattern by the high throughput simply by the electron-beam-exposure approach.

[0058] Here, with reference to drawing 1, the detailed description of this invention is explained again.

Refer to drawing 1 (a) thru/or (c) (additional remark 1). The pattern formation approach characterized by performing slimming of the width of face of said resist pattern 1 while the etch rate had maintained said undercut configuration, after the etch rate developed negatives relatively after exposing the two-layer resist layer which turns into the big lower layer resist layer 2 from the small upper resist layer 3 relatively to a developer, and it formed the resist pattern 1 of an undercut configuration.

(Additional remark 2) The pattern formation approach characterized by removing many lower layer resist layers 2 relatively, and considering as the resist pattern 1 of an undercut configuration in case an etch rate performs slimming of the width of face of said resist pattern 1 after an etch rate develops negatives relatively after exposing the two-layer resist layer which turns into the small lower layer resist layer 2 from the big upper resist layer 3 relatively to a developer, and it forms a resist pattern 1.

(Additional remark 3) The pattern formation approach indicated by the additional remarks 1 or 2 characterized by using an organic polymer as the above-mentioned lower layer resist layer 2, using either a phenol resin system resist or Si content resist as the above-mentioned upper resist layer 3.

(Additional remark 4) the above-mentioned upper resist layer 3 -- from a phenol resin system resist -- becoming -- the above-mentioned lower layer resist layer 2 -- either polyimide system resin or acid-resisting mold color content polyimide system resin -- the pattern formation approach of the additional remark 3 publication characterized by things.

(Additional remark 5) The pattern formation approach of the additional remark 3 publication characterized by for the above-mentioned upper resist layer 3 consisting of an Si content resist, and the above-mentioned lower layer resist layer 2 consisting of acid-resisting mold color content polyimide system resin with big resistance to the above-mentioned developer.

(Additional remark 6) The pattern formation approach characterized by performing slimming of the width of face of said resist pattern 1, maintaining said undercut configuration after forming the resist pattern 1 of the monolayer of an undercut configuration.

(Additional remark 7) The additional remark 1 characterized by the above-mentioned slimming process being either oxygen plasma treatment, the ozonization using UV irradiation or ozonization using ozone water thru/or the pattern formation approach given in any 1 of 6.

(Additional remark 8) The additional remark 1 characterized by being a pattern for lift off at the time of forming the magnetic-domain control film while the above-mentioned resist pattern 1 is a pattern which carries out patterning of the magneto-resistive effect film thru/or the pattern formation approach given in any 1 of 7.

[0059]

[Effect of the Invention] Since according to this invention slimming is performed after forming a resist pattern, the place which contributes to spread and low-pricing of the HDD equipment of high recording density by it by becoming possible to form a more detailed resist pattern than an optical resolving dimension using an old resist ingredient and an old exposure means is large.

THIS PAGE BLANK

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the explanatory view of the theoretic configuration of this invention.

[Drawing 2] It is the explanatory view of the production process to the middle of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 3] It is the explanatory view of the production process to the middle after drawing 2 of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 4] It is the explanatory view of the production process after drawing 3 of the gestalt of operation of the 1st of this invention.

[Drawing 5] It is the explanatory view of the production process of the gestalt of operation of the 2nd of this invention.

[Drawing 6] It is the explanatory view of the production process of the gestalt of operation of the 3rd of this invention.

[Drawing 7] It is the rough block diagram of the conventional magnetometric sensor for playback.

[Description of Notations]

1 Resist Pattern

2 Lower Layer Resist Layer

3 The Upper Resist Layer

4 Undercut Section

5 Film for [Processed]

6 Substrate Layer

7 Oxygen Plasma

8 Ar Ion

9 Etching Pattern

11 Lower Lead Gap Layer

12 Spin Bulb Film

13 Ta Substrate Layer

14 NiFe Free Layer

15 CoFe Free Layer

16 Cu Interlayer

17 CoFe Pinned Layer

18 PdPtMn Antiferromagnetism Layer

19 Ta Cap Layer

20 PMGI Layer

21 Novolak Resist Layer

22 Resist Pattern

23 PMGI Layer Pattern

24 Oxygen Plasma

25 Ar Ion

26 Spin Bulb Component Pattern

27 CoCrPt Film

28 Hard Bias Film

29 Lead Electrode

THIS PAGE RI 1007 100

31 BARC Layer
32 Si Content Resist Pattern
33 BARC Layer Pattern
35 Resist Pattern
41 Aluminum₂O₃-TiC Substrate
42 Substrate Layer
43 Lower Magnetic-Shielding Layer
44 Lower Lead Gap Layer
45 Spin Bulb Film
46 Ta Substrate Layer
47 NiFe Free Layer
48 CoFe Free Layer
49 Cu Interlayer
50 CoFe Pinned Layer
51 PdPtMn Antiferromagnetism Layer
52 Ta Cap Layer
53 Hard Bias Film
54 Lead Electrode
55 Up Lead Gap Layer
56 Up Magnetic-Shielding Layer

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK MS

* NOTICES *

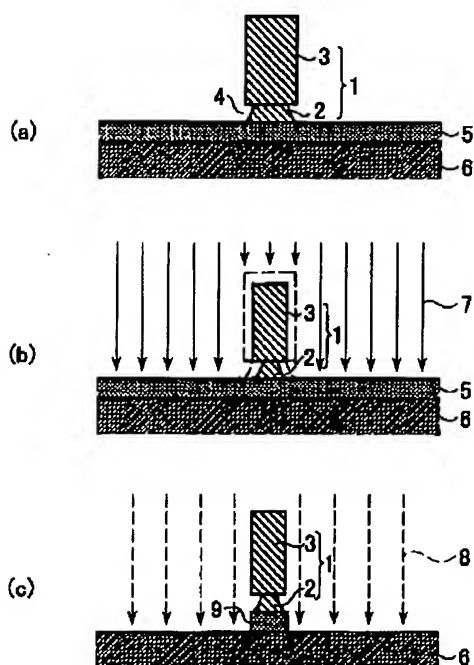
JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

[Drawing 1]

本発明の原理的構成の説明図

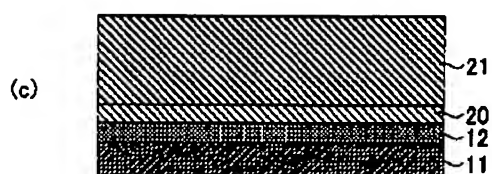
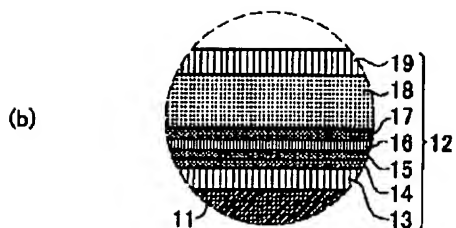


- | | | |
|------------|------------|-------------|
| 1:レジストパターン | 4:アンダーカット部 | 7:酸素プラズマ |
| 2:下層レジスト層 | 5:被加工対象膜 | 8:Arイオン |
| 3:上層レジスト層 | 6:下地層 | 9:エッチングパターン |

[Drawing 2]

THIS PAGE BLANK nsc

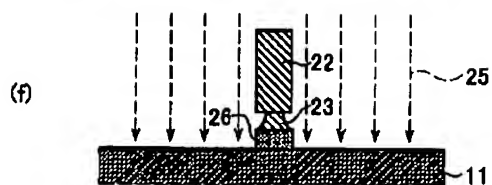
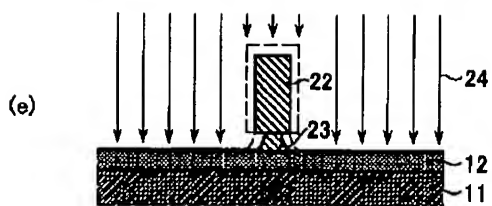
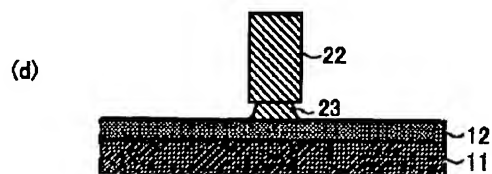
本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



- | | |
|---------------|----------------|
| 11:下部リードギャップ層 | 17:CoFeピンド層 |
| 12:スピバルブ膜 | 18:PdPtMn反強磁性層 |
| 13:Ta下地層 | 19:Taキャップ層 |
| 14:NiFeフリー層 | 20:PMGI層 |
| 15:CoFeフリー層 | 21:ノボラックレジスト層 |
| 16:Cu中間層 | |

[Drawing 3]

本発明の第1の実施の形態の図2以降の途中までの製造工程の説明図

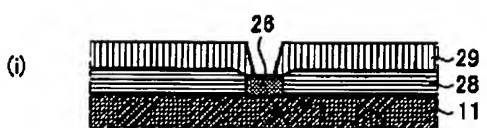
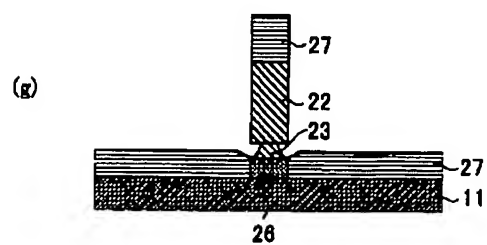


- | | |
|---------------|----------------|
| 11:下部リードギャップ層 | 24:酸素プラズマ |
| 12:スピバルブ膜 | 25:Arイオン |
| 22:レジストパターン | 26:スピバルブ素子パターン |
| 23:PMGI層パターン | |

THIS PAGE BLANK (18)

[Drawing 4]

本発明の第1の実施の形態の図3以降の製造工程の説明図

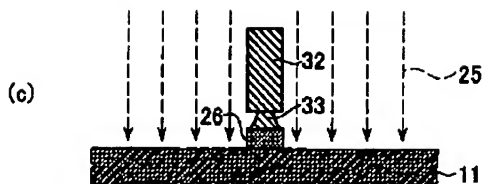
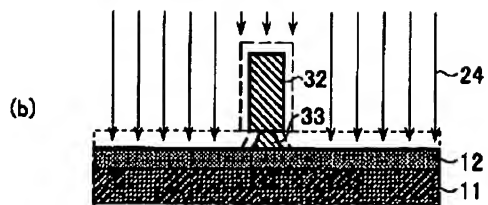
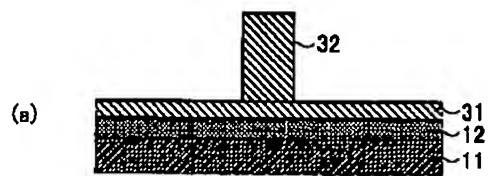


11: 下部リードギャップ層	27: CoCrPt膜
22: レジストパターン	28: ハードバイアス膜
23: PMGI膜パターン	29: リード電極
26: スピンバルブ素子パターン	

[Drawing 5]

THIS PAGE BLANK (10)

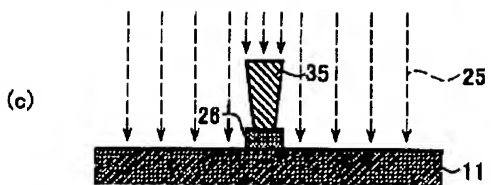
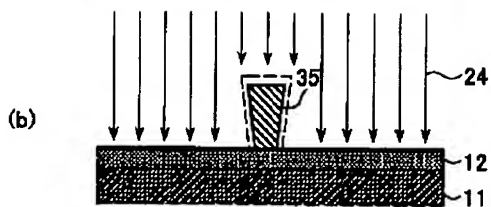
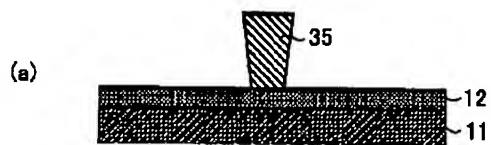
本発明の第2の実施の形態の製造工程の説明図



11:下部リードギャップ層	26:スピバルブ素子パターン
22:スピバルブ膜	31:BARC層
24:酸素プラズマ	32:Si含有レジストパターン
25:Arイオン	33:BARC層パターン

[Drawing 6]

本発明の第3の実施の形態の製造工程の説明図

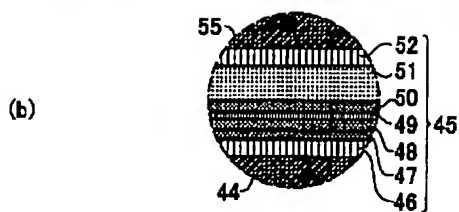
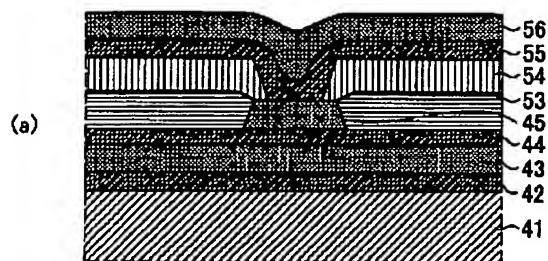


11:下部リードギャップ層	25:Arイオン
12:スピバルブ膜	26:スピバルブ素子パターン
24:酸素プラズマ	35:レジストパターン

THIS PAGE BLANK (US)

[Drawing 7]

従来の再生用磁気センサの概略的構成図



- | | |
|------------------------------------|-----------------|
| 41: Al_2O_3 -TiC基板 | 49: Cu中間層 |
| 42: 下地層 | 50: CoFeピンド層 |
| 43: 下部磁気シールド層 | 51: PdPtMn反強磁性層 |
| 44: 下部リードギャップ層 | 52: Taキャップ層 |
| 45: スピンパブル層 | 53: ハードバイアス膜 |
| 46: Ta下地層 | 54: リード電極 |
| 47: NiFeフリー層 | 55: 上部リードギャップ層 |
| 48: CoFeフリー層 | 56: 上部磁気シールド層 |

[Translation done.]

THIS PAGE BLANK (157)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-323775

(P2002-323775A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002. 11. 8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 3 F 7/40	5 2 1	G 0 3 F 7/40	5 2 1 2 H 0 2 5
		7/095	2 H 0 9 6
G 1 1 B 5/39		G 1 1 B 5/39	5 D 0 3 4
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 F 0 4 6
			5 7 3
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)			

(21) 出願番号 特願2001-128725(P2001-128725)

(22) 出願日 平成13年4月26日 (2001. 4. 26)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 須田 章一

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 渡部 慶二

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105337

弁理士 眞鍋 潔 (外3名)

最終頁に続く

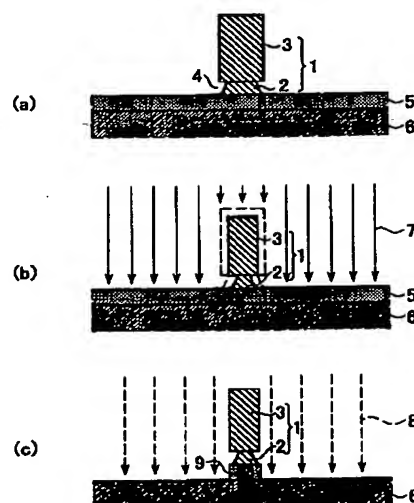
(54) 【発明の名称】 パターン形成方法

(57) 【要約】

【課題】 パターン形成方法に関し、これまでのレジスト材料及び露光手段を用いて光学的解像寸法以上に微細なレジストパターンを形成する。

【解決手段】 現像液に対してエッチング速度が相対的に大きな下層レジスト層2と、エッチング速度が相対的に小さな上層レジスト層3からなる2層レジスト層を露光し、アンダーカット形状のレジストパターン1を形成したのち、レジストパターン1の幅のスリミングを行う。

本発明の原理的構成の説明図



1:レジストパターン 4:アンダーカット部 7:酸素プラズマ
2:下層レジスト層 5:被加工対象膜 8:ArFイオン
3:上層レジスト層 6:下地層 9:エッチングパターン

【特許請求の範囲】

【請求項1】 現像液に対してエッチング速度が相対的に大きな下層レジスト層と、エッチング速度が相対的に小さな上層レジスト層からなる2層レジスト層を露光したのち現像して、アンダーカット形状のレジストパターンを形成したのち、前記アンダーカット形状を保ったままで、前記レジストパターンの幅のスリミングを行うことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項2】 現像液に対してエッチング速度が相対的に大きな下層レジスト層と、エッチング速度が相対的に小さな上層レジスト層からなる2層レジスト層を露光したのち現像してレジストパターンを形成したのち、前記レジストパターンの幅のスリミングを行う際に、下層レジスト層を相対的に多く除去してアンダーカット形状のレジストパターンとすることを特徴とするパターン形成方法。

【請求項3】 上記上層レジスト層として、フェノール樹脂系レジスト或いはSi含有レジストのいずれかを用い、上記下層レジスト層として有機ポリマを用いたことを特徴とする請求項1または2に記載されたパターン形成方法。

【請求項4】 アンダーカット形状の単層のレジストパターンを形成したのち、前記アンダーカット形状を保ったままで、前記レジストパターンの幅のスリミングを行うことを特徴とするパターン形成方法。

【請求項5】 上記スリミング工程が、酸素系プラズマ処理、紫外線照射を利用したオゾン処理、或いは、オゾン水を利用したオゾン処理のいずれかであることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のパターン形成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はパターン形成方法に関するものであり、例えば、ハードディスクドライブ(HDD)等の磁気記録装置の再生ヘッド(リードヘッド)に用いる巨大磁気抵抗効果膜(GMR膜)のトラック幅を光学的解像度寸法以上に微細な幅にするためのレジストパターン構造及びレジストパターンの形成方法に特徴のあるパターン形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、コンピュータの外部記憶装置であるハードディスク装置等に対する高密度化、高速化の要請の高まりに伴い、再生用磁気ヘッドとしては磁場そのものを感知する磁気センサが主流となっており、このような磁気センサとしては、従来は磁気抵抗(MR)効果を利用したものが採用されていたが、現在では巨大磁気抵抗(GMR)効果を利用したものが採用されている。

【0003】このMRヘッド或いはGMRヘッドにおける再生原理は、リード電極から一定のセンス電流を流した場合に、磁気抵抗効果素子を構成する磁性薄膜の電気

抵抗が記録媒体からの磁界により変化する現象を利用するものである。

【0004】近年のハードディスクドライブの高密度記録化に伴って、1ビットの記録面積が減少するとともに、発生する磁場は小さくなっており、現在市販されているハードディスクドライブの記録密度は 10 Gbit/in^2 ($\approx 1.55\text{ Gbit/cm}^2$)前後であるが、記録密度の上昇は年率約2倍のスピードで大きくなっている。そのため、さらに微小な磁場範囲に対応するとともに、小さい外部磁場の変化を感知できる必要がある。

【0005】上述のように、現在、巨大磁気抵抗効果を利用した磁気センサとしては、スピンバルブ素子を利用した磁気センサが広く用いられているので、このようなスピンバルブ素子を利用した再生用磁気センサを図7を参照して説明する。なお、図7(a)は、従来の再生用磁気センサの概略的断面図であり、また、図7(b)は、図7(a)における破線で示す円内の概略的拡大図である。

【0006】図7(a)及び(b)参照

まず、スライダの母体となる $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiC}$ 基板41上に、 Al_2O_3 膜等の下地層42を介して NiFe 合金等からなる下部磁気シールド層43及び Al_2O_3 等の下部リードギャップ層44を設け、この下部リードギャップ層44上に、スピンバルブ膜45を堆積させる。なお、この場合のスピンバルブ膜45は、例えば、 Ta 下地層46を介して設けた NiFe フリー層47、 CoFe フリー層48、 Cu 中間層49、 CoFe ピンド層50、及び、 PdPtMn 反強磁性層51からなり、その上に Ta キャップ層52が設けられている。

【0007】次いで、通常の2層レジストプロセスによって、レジストを塗布したのち、露光・現像することによって所定の形状のレジストパターン(図示を省略)を形成し、このレジストパターンをマスクとしてイオンミリングを施すことによってスピンバルブ膜を図に示すように所定幅にパターニングする。なお、この2層レジストプロセスにおいては、上層を感光性を有するフォトリソで構成するとともに、下層としてはアンダーカット部を形成するために、上層の現像液に対するエッチングレートがより大きなレジスト層を用いるものであり、下層のレジスト層に対しては感光性は要求されないものである。

【0008】次いで、スピンバルブ膜の両端に CoCrPt 等の硬磁性膜をスパッタリング法によって堆積させたのち、スピンバルブ膜のパターニングに用いたレジストパターンを除去するリフトオフ法によって硬磁性膜の不要部を除去することによって、ハードバイアス膜53を形成する。

【0009】次いで、 Cr/Au 等からなる導電膜を堆積させて一対のリード電極54を形成したのち、再び、

3

Al₂O₃ 等の上部リードギャップ層 55 を介して NiFe 合金等からなる上部磁気シールド層 56 を設けることによって、スピンバルブ素子を利用した再生用磁気センサの基本構成が完成する。

【0010】この様なスピンバルブ巨大磁気抵抗効果素子においては、磁化方向が PdPtMn 反強磁性層 51 によって固定された CoFe ピンド層 50 と、外部磁場に応じて磁化方向が自由に回転する CoFe フリー層 48 及び NiFe フリー Cu 47 の磁化方向とのなす角により、伝導電子のスピンに依存した散乱が変化し、電気抵抗値が変化するので、この電気抵抗値の変化を定電流のセンス電流を流して電圧値の変化として検出することによって、外部磁場の状況、即ち、磁気記録媒体からの信号磁場を取得するものである。

【0011】このような、スピンバルブ磁気抵抗センサにおいては、さらなる微細化の要請に対して、露光波長の短波長化、レンズの高 NA 化、及び、レジスト特性に改善等によって対応しており、例えば、2 層レジストプロセスにおいて、ArF エキシマレーザ等を用いて 172 nm 等のより短波長の紫外線領域の露光光を用いている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかし、この様なレジストパターンの微細化の手法は、ArF エキシマレーザ光以降の短波長露光光源及び短波長に適したレジストの開発が困難さを増しており、これまでと同じような微細化が進展しなくなっている。

【0013】したがって、本発明は、これまでのレジスト材料及び露光手段を用いて光学的解像寸法以上に微細なレジストパターンを形成することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】図 1 は本発明の原理的構成の説明図であり、この図 1 を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。なお、図において、符号 6 は、Al₂O₃ 等の下地層である。

図 1 (a) 乃至 (c) 参照

上述の目的を達成するため、本発明は、パターン形成方法において、現像液に対してエッチング速度が相対的に大きな下層レジスト層 2 と、エッチング速度が相対的に小さな上層レジスト層 3 からなる 2 層レジスト層を露光し、アンダーカット形状のレジストパターン 1 を形成したのち、レジストパターン 1 の幅のスリミングを行うことを特徴とする。

【0015】或いは、現像液に対してエッチング速度が相対的に小さな下層レジスト層 2 と、エッチング速度が相対的に大きな上層レジスト層 3 からなる 2 層レジスト層を露光したのち現像してレジストパターン 1 を形成したのち、前記レジストパターン 1 の幅のスリミングを行う際に、下層レジスト層 2 を相対的に多く除去してアンダーカット形状のレジストパターン 1 としても良い。

4

【0016】或いは、アンダーカット形状の単層のレジストパターン 1 を形成したのち、前記アンダーカット形状を保ったままで、前記レジストパターン 1 の幅のスリミングを行っても良い。

【0017】この様に、レジストパターン 1 のパターニング後に、レジストパターン 1 の幅のスリミングを行うことによって、特殊なレジスト或いは露光方法を用いることなく、レジストパターン 1 の幅を光学的解像寸法以上に微細にすることができ、それによって、被加工対象膜 5 を Ar イオン 8 等を用いたイオンミリングにより光学的解像寸法以上に加工して微細なエッチングパターン 9 を得ることができる。

【0018】なお、レジスト層を 2 層構造レジスト層とする場合、上層レジスト層 3 としてフェノール樹脂系レジスト或いは Si 含有レジストのいずれかを用い、下層レジスト層 2 として有機ポリマを用いることが望ましい。

【0019】特に、上層レジスト層 3 と下層レジスト層 2 の組合せとしては、上層レジスト層 3 がノボラックレジスト等のフェノール樹脂系レジストの場合、下層レジスト層 2 は、現像液に対するエッチングレートの大きな PMGI (LOL-1000) 等のポリイミド系樹脂或いは ARC 等の反射防止型染料含有ポリイミド系樹脂のいずれかが望ましく、現像工程において、アンダーカット部 4 を形成することができる。

【0020】また、上層レジスト層 3 が酸素プラズマ 7 に対する耐性の大きな Si 含有レジストの場合、下層レジスト層 2 は、BARC 等の現像液に対する耐性が大きく且つ酸素プラズマ 7 に対する耐性の小さな反射防止型染料含有ポリイミド系樹脂、例えば、BARC が望ましく、スリミング工程においてアンダーカット部 4 を形成することができる。

【0021】また、スリミング工程としては、酸素系プラズマ処理、紫外線照射を利用したオゾン処理、或いは、オゾン水を利用したオゾン処理のいずれかが望ましい。なお、紫外線照射を行う場合には、172 nm の波長の ArF エキシマレーザ光等のより短波長側の紫外線を用いることが望ましい。

【0022】上述のパターン形成方法は、スピンバルブ膜等の磁気抵抗効果膜をパターニングする際と磁区制御膜（ハードバイアス膜）を形成する際のリフトオフ用パターンとして用いことによって、より微細なトラック幅を有する再生用磁気ヘッドを製造することが可能になる。

【0023】

【発明の実施の形態】ここで、図 2 乃至図 4 を参照して、本発明の第 1 の実施の形態の再生用磁気センサの製造工程を説明する。

図 2 (a) 参照

まず、従来と同様に、スライダの母体となる Al₂O

5

3-TiC基板上に、Al₂O₃膜を介してNiFe合金からなる下部磁気シールド層（いずれも図示を省略）を設けたのち、Al₂O₃膜からなる下部リードギャップ層11を設け、次いで、スパッタリング法を用いて下部リードギャップ層11上に、スピンバルブ膜12を成膜する。

【0024】図2（b）参照

図2（b）は図2（a）における破線で示す円内の拡大図であり、この場合のスピンバルブ膜12は、厚さが、例えば、5nmのTa下地層13、厚さが、例えば、2nmのNiFeフリー層14、厚さが、例えば、2nmのCoFeフリー層15、厚さが、例えば、2.4nmのCu中間層16、厚さが、例えば、2nmのCoFeピンド層17、及び、厚さが、例えば、13nmのPdPtMn反強磁性層18、及び、厚さが、例えば、6nmのTaキャップ層19を順次成膜することによって構成される。なお、この場合のNiFeフリー層14の組成比は、例えば、Ni₈₁Fe₁₉であり、また、CoFeフリー層15及びCoFeピンド層17の組成は、例えば、Co₉₀Fe₁₀であり、さらに、PdPtMn反強磁性層18の組成比は、例えば、Pd₃₁Pt₁₇Mn₅₂である。

【0025】図2（c）参照

次いで、スピンバルブ膜12上に、厚さが、例えば、

表1

プラズマ処理時間	0分	1分	2分	3分
レジスト幅 (μm)	0.278	0.251	0.217	0.181

表1に示すように、上記の条件で、1分間スリミングを行うと、0.278μmのレジスト幅が、0.251μmと約10%スリムになり、2分間のスリミングにより、0.217μm、3分間のスリミングで0.181μmになる、また、アンダーカット形状もほぼ保たれたままであった。

【0029】図3（f）参照

次いで、スリミングによって幅が、例えば、0.22μmになったレジストパターン22をマスクとしてArイオン25を用いたイオンミリングを施すことによってスピンバルブ膜12を下部リードギャップ層11が露出するまでエッチングして、所定の幅を有するスピンバルブ素子パターン26を形成する。

【0030】図4（g）参照

引き続き、レジストパターン22及びPMGI層パターン23をそのままリフトオフ用のパターンとして用いて、スパッタリング法によって、厚さが、例えば、80nmのCoCrPt膜27を堆積する。

【0031】図4（h）参照

次いで、レジストパターン22及びPMGI層パターン23とともに、レジストパターン22上に堆積したCo

6

*0.1μmのPMGI層20、及び、厚さが、例えば、0.5μmのノボラックレジスト層21を塗布して2層レジストを構成する。なお、この場合の下層レジストとなるPMGI層20は、感光性を有していないので、フォトリソグラフィではない。

【0026】図3（d）参照

次いで、ArFエキシマレーザを用いて、172nmの波長の紫外線を照射して露光を行ったのち、2.38%の水酸化テトラメチルアンモニウム水からなる現像液を用いて現像することによって、幅が、例えば0.28μmのレジストパターン22とPMGI層パターン23を形成する。この場合、PMGI層20は現像液に対するエッチングレートが大きいので、従来と同様にレジストパターン22との界面にアンダーカット部が形成される。

【0027】図3（e）参照

次いで、平行平板型プラズマエッチング装置を用いて、O₂ガスを8sccm流し200Torrの圧力にした状態で、25W（/176cm²）の高周波電力を印加して発生させた酸素プラズマ24によってレジストパターン22とPMGI層パターン23のスリミングを行う。

【0028】

【表1】

CrPt膜27を除去することによって、スピンバルブ素子パターン26の両側面に接合するハードバイアス膜28を形成する。

【0032】図4（i）参照

次いで、例えば、蒸着法を用いて、厚さが、例えば、3nmのCr密着層及び厚さが例えば、30nmのAu電極層を堆積させたのち、再び、新たなレジストパターンをマスクとしたイオンミリングを施すことによって、一対のCr/Au膜からなるリード電極29を形成し、次いで、Al₂O₃等の上部リードギャップ層を介してNiFe合金等からなる上部磁気シールド層（いずれも、図示を省略）を設けることによって再生用磁気センサの基本構成が完成する。

【0033】この本発明の第1の実施の形態は、露光・現像によってレジストパターンを形成したのち、酸素プラズマを用いたスリミング工程を行っているので、従来のレジスト材料及び露光方法を用いたままで、レジストパターンの幅寸法を、光学的解像寸法を越えた微細な寸法とすることができ、それによって、再生用磁気センサの微細化が可能になる。

【0034】また、この第1の実施の形態においては、

7

下層レジスト層としてPMGIを用いているので、現像工程でアンダーカット部を形成することができるとともに、スリミング工程においてもアンダーカット形状をほぼ保つことができ、それによって、リフトオフを確実に行うことができる。

【0035】次に、図5を参照して、本発明の第2の実施の形態の再生用磁気センサの製造工程を説明するが、2層レジストプロセス以外は上記の第1の実施の形態と全く同様であるので、説明は簡単にする。

図5(a)参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、スライダの母体となる Al_2O_3-TiC 基板上に、 Al_2O_3 膜を介してNiFe合金等からなる下部磁気シールド層（いずれも図示を省略）を設けたのち、 Al_2O_3 等の下部リードギャップ層11を設け、次いで、スパッタリング法を用いてスピバルブ膜12を堆積する。

【0036】次いで、スピバルブ膜上に、厚さが、例えば、 $0.1\mu m$ のBARC層31、厚さが、例えば、 $0.5\mu m$ のSi含有レジスト層を塗布して2層レジスト層を形成したのち、上記の第1の実施の形態と同じ露光・現像処理を行う。この場合、BARC層31は、水酸化テトラメチルアンモニウム水からなる現像液に対する耐性が大きいので、ほとんどエッチングされることはなく、Si含有レジストのみが現像されて、幅が、例えば、 $0.28\mu m$ のSi含有レジストパターン32が形成される。なお、BARCとは、反射防止用の染料を含んだポリイミド系樹脂からなるARCにおける現像液耐性を高めたものである。

【0037】図5(b)参照

次いで、上記の第1の実施の形態と同様の条件で酸素プラズマ24を用いたスリミング処理を施すことによって、Si含有レジストパターン32の幅を、例えば、 $0.22\mu m$ にスリム化する。

【0038】この場合、Si含有レジストパターン32の酸素プラズマ耐性が大きいのにに対して、BARC層31の酸素プラズマ耐性が小さいので、Si含有レジストパターン32がスリム化する間にBARC層31の露出部がエッチングされてアンダーカット形状を有するBARC層パターン33が形成される。

【0039】図5(c)参照

以降は、上記の第1の実施の形態と同様に、Si含有レジストパターン32をマスクとしてArイオン25を用いたイオンミリングを施すことによってスピバルブ膜12の露出部を除去してスピバルブ膜パターン26を形成する。

【0040】以降は、図示を省略するが、リフトオフ法を用いてハードバイアス膜を形成したのち、一対のリード電極、上部リードギャップ層、及び、上部磁気シールド層を順次形成することによって、本発明の第2の実施の形態の再生用磁気センサの基本構造が完成する。

8

【0041】この第2の実施の形態においても、アンダーカット部の形成工程が異なるだけで、第1の実施の形態と同様に、従来のレジスト材料及び露光方法を用いたままで、レジストパターンの幅寸法を、光学的解像寸法を越えた微細な寸法とすることができ、それによって、再生用磁気センサの微細化が可能になる。

【0042】次に、図6を参照して、本発明の第3の実施の形態の再生用磁気センサの製造工程を説明するが、レジストプロセス以外は上記の第1の実施の形態と全く同様であるので、説明は簡単にする。

図6(a)参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に、スライダの母体となる Al_2O_3-TiC 基板上に、 Al_2O_3 膜を介してNiFe合金等からなる下部磁気シールド層（いずれも図示を省略）を設けたのち、 Al_2O_3 等の下部リードギャップ層11を設け、次いで、スパッタリング法を用いてスピバルブ膜12を堆積する。

【0043】次いで、スピバルブ膜上に、厚さが、例えば、 $0.5\mu m$ のレジストSIPR9706（信越化学製商品名）を塗布したのち、上記の第1の実施の形態と同じ露光・現像処理を行った、頂部の幅が、例えば、 $0.28\mu m$ のレジストパターン35を形成する。この場合、レジストSIPR9706（信越化学製商品名）は現像によって逆テーパー状になる特性があるので、逆テーパー状のレジストパターン35が得られる。

【0044】図6(b)参照

次いで、上記の第1の実施の形態と同様の条件で酸素プラズマ24を用いたスリミング処理を施すことによって、逆テーパー形状を保ったままでレジストパターン35の幅を、例えば、 $0.22\mu m$ にスリム化する。

【0045】図6(c)参照

以降は、上記の第1の実施の形態と同様に、レジストパターン35をマスクとしてArイオン25を用いたイオンミリングを施すことによってスピバルブ膜12の露出部を除去してスピバルブ膜パターン26を形成する。

【0046】以降は、図示を省略するが、リフトオフ法を用いてハードバイアス膜を形成したのち、一対のリード電極、上部リードギャップ層、及び、上部磁気シールド層を順次形成することによって、本発明の第3の実施の形態の再生用磁気センサの基本構造が完成する。

【0047】この第3の実施の形態においては、一層構造のレジストによってアンダーカット部を形成しているので、レジストプロセスが簡素化されるとともに、第1の実施の形態と同様に、従来のレジスト材料及び露光方法を用いたままで、レジストパターンの幅寸法を、光学的解像寸法を越えた微細な寸法とすることができ、それによって、再生用磁気センサの微細化が可能になる。

【0048】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は各実施の形態に記載した構成に限られる

ものではなく、各種の変更が可能である。例えば、上記の各実施の形態の説明においては、スリム化処理を酸素プラズマを用いて行っているが酸素プラズマ処理に限られるものではなく、オゾン処理でも良いものである。

【0049】例えば、反応室内に導入した酸素ガスに、例えば、Xeエキシマ光を用いて172nmの紫外線を照射してオゾンを発生させ、発生させたオゾンにレジストパターンを晒すことによってスリム化しても良いものである。

【0050】或いは、発生させたオゾンを超純水に溶解させてオゾン水を作製し、このオゾン水中にレジストパターンを浸漬するウェット処理によってスリム化しても良いものである。

【0051】また、上記の第1の実施の形態においては、下層レジスト層として、PMGIを用いているが、PMGIに限られるものではなく、他の有機ポリマでも良く、例えば、反射防止用の染料を含んだポリイミド系樹脂からなるARCを用いても良いものである。

【0052】また、上記の第1の実施の形態においては、上層レジスト層として、フェノール樹脂系レジストであるノボラックレジストを用いているが、ノボラックレジストに限られるものではなく、他のフェノール樹脂系レジストを用いても良いものであり、いずれにしても、紫外線に対する感度の高いポジ型レジストであれば良い。

【0053】また、上記の各実施の形態においては、磁気抵抗効果素子を反強磁性層が上側にある型のシングルスピナルブ素子としているが、反強磁性層が下側にある型のシングルスピナルブ素子、或いは、デュアルスピナルブ素子を用いても良いものであり、さらには、通常のMR素子を用いても良いものである。

【0054】また、上記の各実施の形態においては、リード電極が、Taキャップ層に接触するオーバーレイ構造の磁気センサとしているが、ハードバイアス膜用の硬磁性膜の堆積に引き続いてリード電極用の導電膜を堆積させ、リフトオフによってハードバイアス膜とリード電極とを自己整合的に形成しても良いものである。

【0055】また、上記の各実施の形態に記載した磁性層、反強磁性層、及び、導電層の材質は単なる一例にすぎず、各種の公知の磁性材料、反強磁性材料、及び、導電材料を組み合わせ用いても良いことは言うまでもないことである。

【0056】また、本発明の各実施の形態の説明においては、再生ヘッド用の単独の磁気センサとして説明しているが、本発明は単独の磁気センサに限られるものではなく、誘導型の薄膜磁気ヘッドと積層した複合型薄膜磁気ヘッドを構成する再生ヘッド用の磁気センサとしても適用されるものであることも言うまでもないことである。

【0057】さらには、本発明は、再生用磁気センサの

製造工程に用いるパターン形成方法として説明しているが、再生用磁気センサの製造工程に限られるものではなく、紫外線を用いてフォトリソグラフィ工程を行うとともにリフトオフを行う微細パターンの形成工程に適用されるものであり、電子ビーム露光方法により簡単に且つ高スループットで微細パターンを形成することが可能になる。

【0058】ここで、再び、図1を参照して、本発明の詳細な特徴を説明する。

図1(a)乃至(c)参照

(付記1) 現像液に対してエッチング速度が相対的に大きな下層レジスト層2と、エッチング速度が相対的に小さな上層レジスト層3からなる2層レジスト層を露光したのち現像して、アンダーカット形状のレジストパターン1を形成したのち、前記アンダーカット形状を保ったままで、前記レジストパターン1の幅のスリミングを行うことを特徴とするパターン形成方法。

(付記2) 現像液に対してエッチング速度が相対的に小さな下層レジスト層2と、エッチング速度が相対的に大きな上層レジスト層3からなる2層レジスト層を露光したのち現像してレジストパターン1を形成したのち、前記レジストパターン1の幅のスリミングを行う際に、下層レジスト層2を相対的に多く除去してアンダーカット形状のレジストパターン1とすることを特徴とするパターン形成方法。

(付記3) 上記上層レジスト層3として、フェノール樹脂系レジスト或いはSi含有レジストのいずれかを用い、上記下層レジスト層2として有機ポリマを用いたことを特徴とする付記1または2に記載されたパターン形成方法。

(付記4) 上記上層レジスト層3がフェノール樹脂系レジストからなり、上記下層レジスト層2が、ポリイミド系樹脂或いは反射防止型染料含有ポリイミド系樹脂のいずれからなることを特徴とする付記3記載のパターン形成方法。

(付記5) 上記上層レジスト層3がSi含有レジストからなり、上記下層レジスト層2が、上記現像液に対する耐性の大きな反射防止型染料含有ポリイミド系樹脂からなることを特徴とする付記3記載のパターン形成方法。

(付記6) アンダーカット形状の単層のレジストパターン1を形成したのち、前記アンダーカット形状を保ったままで、前記レジストパターン1の幅のスリミングを行うことを特徴とするパターン形成方法。

(付記7) 上記スリミング工程が、酸素プラズマ処理、紫外線照射を利用したオゾン処理、或いは、オゾン水を利用したオゾン処理のいずれかであることを特徴とする付記1乃至6のいずれか1に記載のパターン形成方法。

(付記8) 上記レジストパターン1が、磁気抵抗効果

11

膜をパターンニングするパターンであるとともに、磁区制御膜を形成する際のリフトオフ用パターンであることを特徴とする付記1乃至7のいずれか1に記載のパターン形成方法。

【0059】

【発明の効果】本発明によれば、レジストパターンを形成したのちスリム化を行っているので、これまでのレジスト材料及び露光手段を用いて光学の解像寸法以上に微細なレジストパターンを形成することが可能になり、それによって、高記録密度のHDD装置の普及・低価格化に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の図2以降の途中までの製造工程の説明図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態の図3以降の製造工程の説明図である。

【図5】本発明の第2の実施の形態の製造工程の説明図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態の製造工程の説明図である。

【図7】従来の再生用磁気センサの概略的構成図である。

【符号の説明】

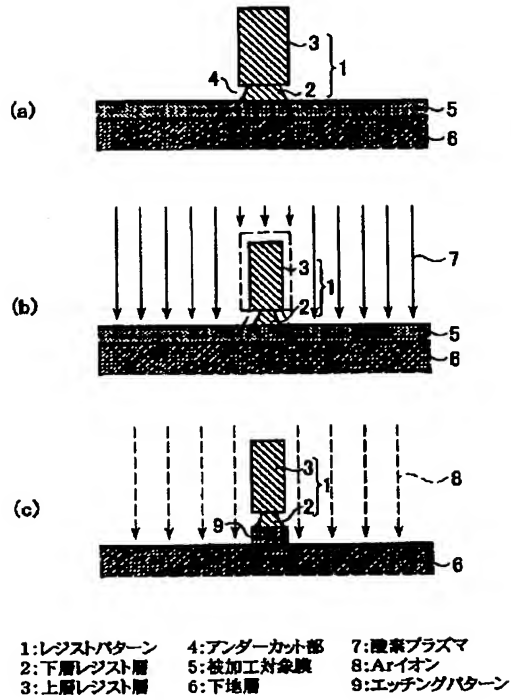
- 1 レジストパターン
- 2 下層レジスト層
- 3 上層レジスト層
- 4 アンダーカット部
- 5 被加工対象膜
- 6 下地層
- 7 酸素プラズマ
- 8 Arイオン
- 9 エッチングパターン
- 11 下部リードギャップ層
- 12 スピンバルブ膜

12

- 13 Ta下地層
- 14 NiFeフリー層
- 15 CoFeフリー層
- 16 Cu中間層
- 17 CoFeピンド層
- 18 PdPtMn反強磁性層
- 19 Taキャップ層
- 20 PMGI層
- 21 ノボラックレジスト層
- 22 レジストパターン
- 23 PMGI層パターン
- 24 酸素プラズマ
- 25 Arイオン
- 26 スピンバルブ素子パターン
- 27 CoCrPt膜
- 28 ハードバイアス膜
- 29 リード電極
- 31 BARC層
- 32 Si含有レジストパターン
- 33 BARC層パターン
- 35 レジストパターン
- 41 Al₂O₃-TiC基板
- 42 下地層
- 43 下部磁気シールド層
- 44 下部リードギャップ層
- 45 スピンバルブ膜
- 46 Ta下地層
- 47 NiFeフリー層
- 48 CoFeフリー層
- 49 Cu中間層
- 50 CoFeピンド層
- 51 PdPtMn反強磁性層
- 52 Taキャップ層
- 53 ハードバイアス膜
- 54 リード電極
- 55 上部リードギャップ層
- 56 上部磁気シールド層

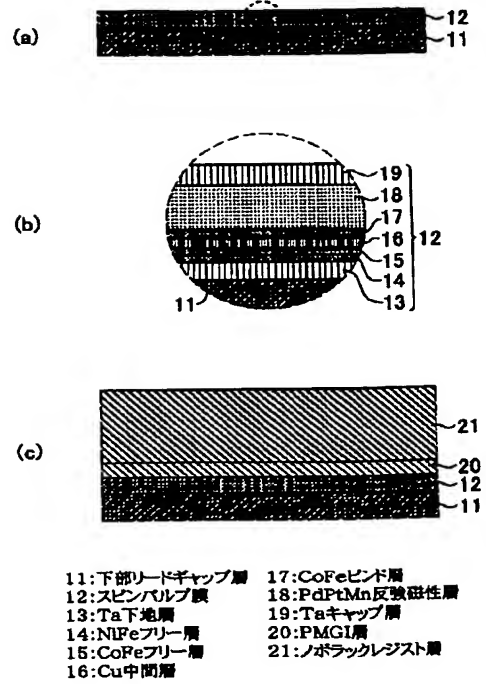
【図1】

本発明の原理的構成の説明図



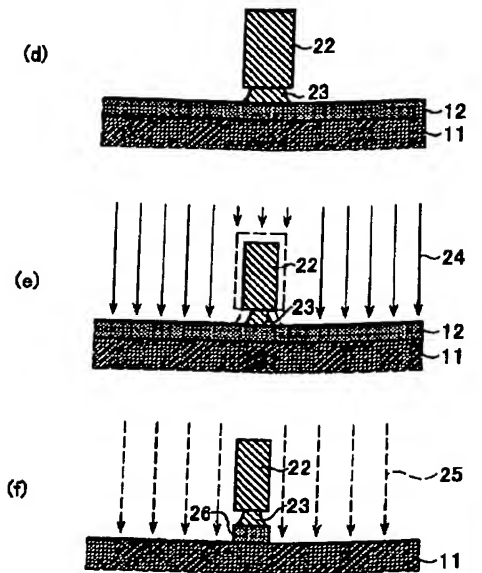
【図2】

本発明の第1の実施の形態の途中までの製造工程の説明図



【図 3】

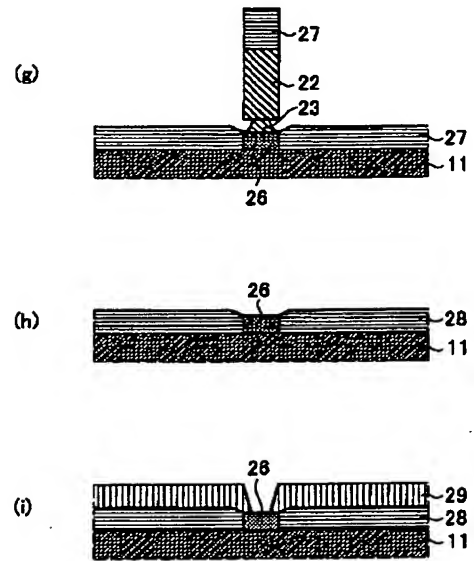
本発明の第 1 の実施の形態の図 2 以降の途中までの製造工程の説明図



11: 下部リードギャップ層
12: スピンバルブ膜
22: レジストパターン
23: PMGI 層パターン
24: 酸素プラズマ
25: Ar イオン
26: スピンバルブ素子パターン

【図 4】

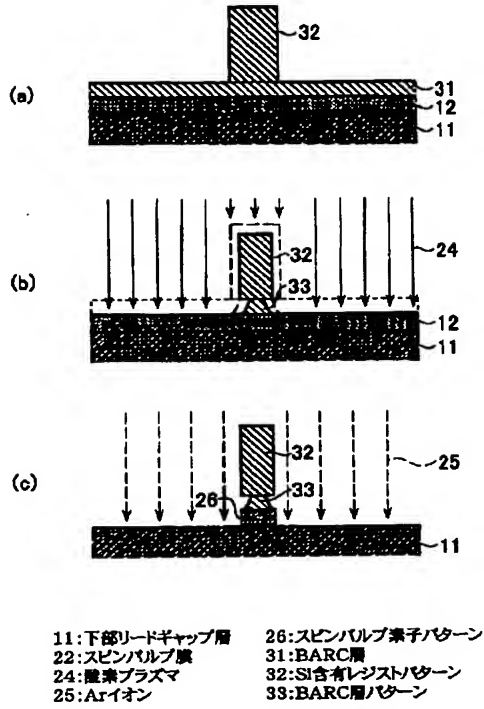
本発明の第 1 の実施の形態の図 3 以降の製造工程の説明図



11: 下部リードギャップ層
22: レジストパターン
23: PMGI 層パターン
26: スピンバルブ素子パターン
27: CoCrPt 膜
28: ハードバイアス膜
29: リード電極

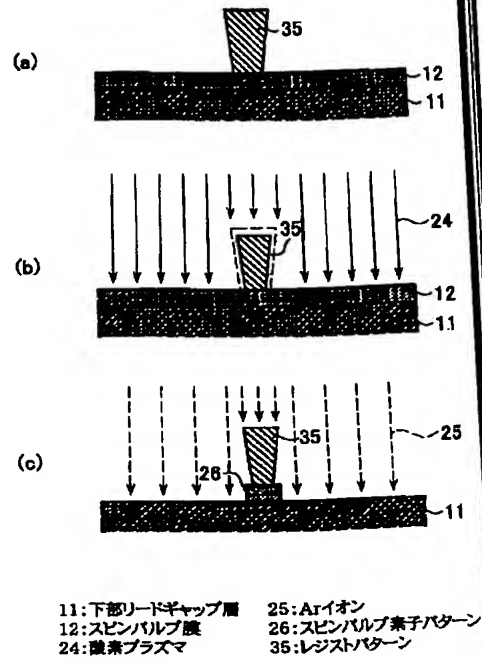
【図5】

本発明の第2の実施の形態の製造工程の説明図



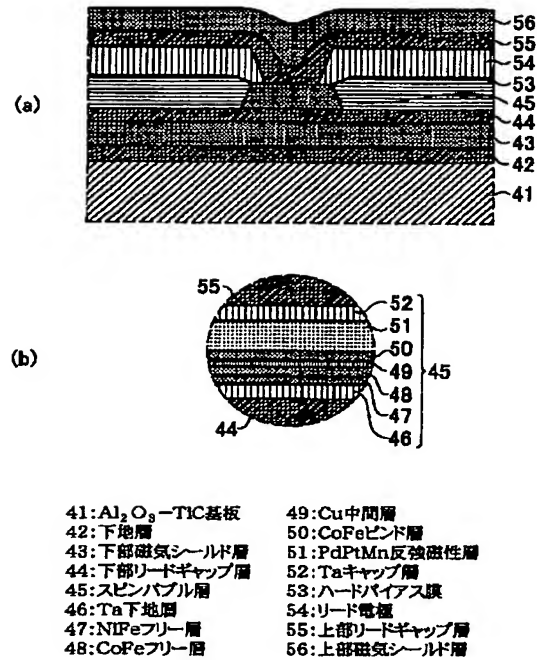
【図6】

本発明の第3の実施の形態の製造工程の説明図



【図 7】

従来の再生用磁気センサの概略的構成図



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H025 AA02 AB17 AC04 AC08 CB28
 CB32 DA13 FA17 FA41
 2H096 AA27 GA08 HA18 HA23 KA02
 5D034 BA03 CA06 DA07
 5F046 LA18 NAO1 NA15

THIS PAGE BLANK OF